

TUGAS AKHIR
PENGUJIAN DAN ANALISIS DISTRIBUSI KECEPATAN ANGIN
PADA TEROWONGAN ANGIN TIPE TERBUKA

“Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program sarjana strata satu

(S-1) Universitas Pasundan Bandung”

Disusun oleh:

Nama : Egiandi Purwanto

NRP : 133.03.0074



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2019

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGUJIAN DAN ANALISA DISTRIBUSI KECEPATAN ANGIN PADA TEROWONGAN ANGIN TIPE TERBUKA



Nama :Egiandi Purwanto

NRP : 133.03.0074

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Endang Achdi, MT.,

Ir. Toto Supriyono, MT.,

ABSTRAK

Terowongan angin adalah alat yang digunakan untuk menunjang penelitian tentang karakteristik aliran fluida. Prinsip kerja terowongan angin adalah motor penggerak menghasilkan energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Putaran *fan* menyebabkan aliran udara dengan kecepatan tertentu. Aliran udara yang dihasilkan masih bersifat turbulen. Kemudian udara masuk dari sisi *inlet* terowongan angin, setelah udara masuk dari sisi *inlet* terowongan angin kemudian udara mengalir ke dalam *flow straightener* jenis *vane tube* yang berfungsi untuk mengurangi turbulensi aliran. Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah melakukan kaji eksperimental distribusi kecepatan angin sebelum dan sesudah melewati *flow straightener* jenis *vane tube*. Pengujian distribusi kecepatan angin pada terowongan angin tipe terbuka ini dilakukan dengan beberapa variasi putaran *axial fan* diantaranya 1028, 1285, 1538 rpm, alat yang digunakan untuk pengujian distribusi kecepatan angin menggunakan *Pitot Tube Static and anemometer* merk *Extech HD-350*. Dengan titik pengujian sebanyak 121 titik setiap titik diambil 5 *Sample*. Dari pengujian distribusi kecepatan angin ini diperoleh hasil Kecepatan *Maximum* sebelum melewati *flow straightener* sebesar 11.11 m/s dan Kecepatan *Maximum* setelah melewati *flow straightener* sebesar 9.20 m/s dan setelah melewati *flow straightener* distribusi kecepatan angin lebih seragam pada putaran *axial fan* 1538 rpm.

Kata kunci : Terowongan angin, *Pitot Tube*, *Flow straightener*

ABSTRACT

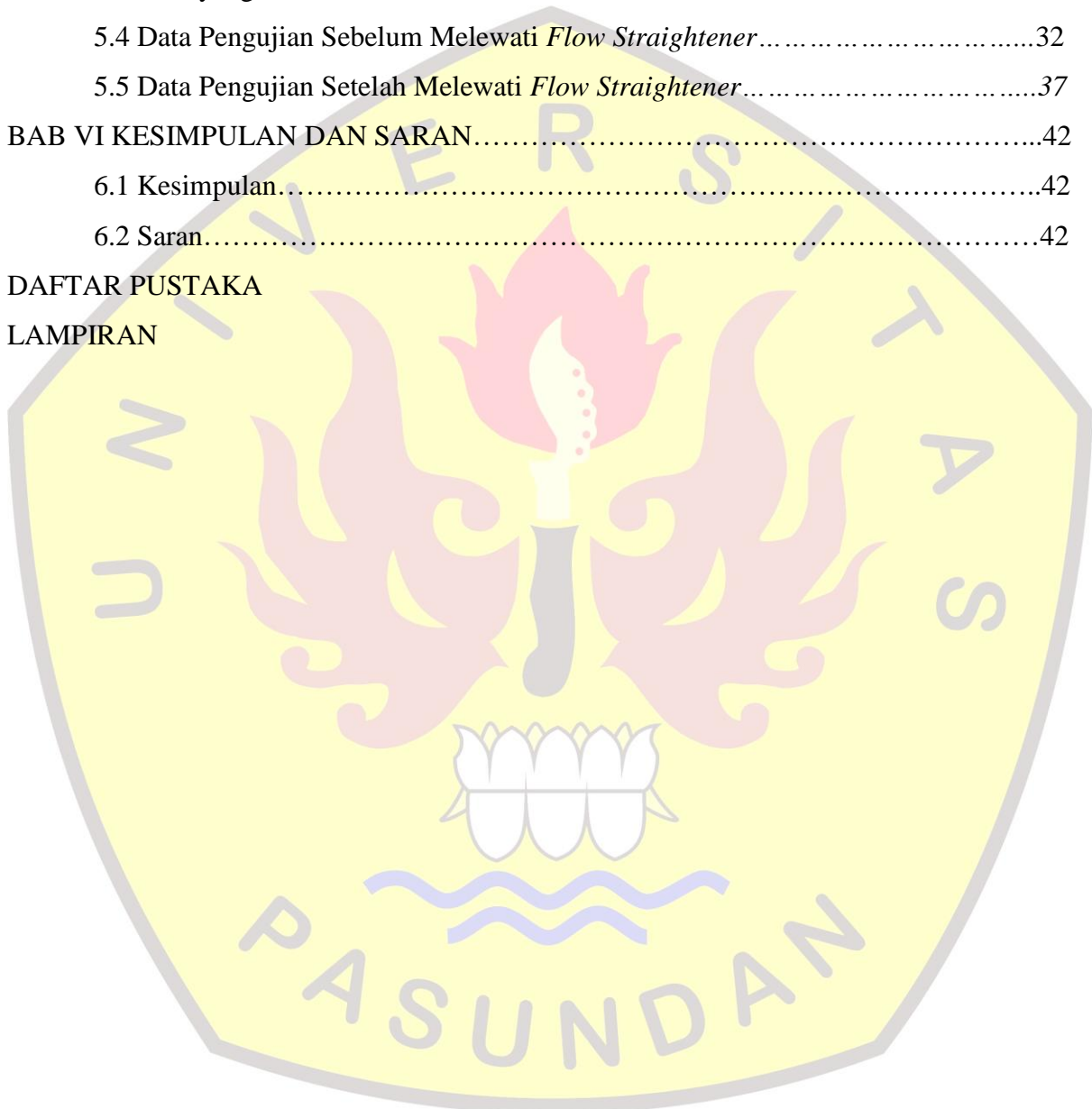
Wind tunnel is the equipment used to perform fluid flow characteristic. Work principle of wind tunnel is engine produce a mechanic energy in the form of shaft rotation. Shaft rotation effect air flow at a certain speed. Fluid flow still natural turbulen. Then flow come in inlet wind tunnel, after flow in from inlet wind tunnel then the air flowing into flow straightener type vane tube that works to reduce flow turbulence. The purpose of this thesis is do testing experimental review of distribution wind velocity before and after trough the flow straightener type vane tube. Experimental of wind velocity distribution on open circuit wind tunnel performed with some variations rotasion of axial fan in-between 1028, 1285, 1538 rpm. Tool used for experimental wind velocity distribution using pitot tube static and anemometer brand Extech HD-350. With a testing point 121 and every point take 5 sample. From experimental wind velocity distribution obtained maximum velocity before trough flow straightener is 11.11 m/s and maximum velocity after trough flow straightener is 9.20 m/s and after trough the flow straightener distribution of wind velocity is more uniform on the round axial fan 1538 rpm.

Keyword : Wind tunnel, Pitot tube, Flow straightener

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Mamfaat	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Terowongan Angin.....	4
2.2 Klasifikasi Terowongan Angin.....	4
2.3 Bagian-bagian Terowongan Angin.....	7
2.4 Prinsip Kerja Terowongan Angin.....	12
2.5 Karakteristik Aliran Fluida.....	13
2.5.1 Aliran Turbulen (<i>Turbulen Flow</i>).....	13
2.5.2 Aliran Laminer (<i>Laminar Flow</i>).....	13
2.6 Jarak Dimensi Aliran.....	15
2.6.1 <i>Blockage Ratio</i>	17
2.7 Gaya <i>Drag</i>	17
2.7.1 Gaya <i>Drag</i> dan Koefesien <i>Drag</i>	17
2.7.2 <i>Drag Force</i> Pada Silinder.....	20
2.8 Manometer.....	22
2.9 Pipa <i>Pitot</i> Statik.....	23
2.9.1 Pengukuran Kecepatan Udara dengan Pipa <i>Pitot</i> Statis.....	25
BAB III METODOLOGI.....	27
3.1 Tahapan Proses Pengujian.....	27
BAB IV PERENCANAAN PROSES PENGUJIAN.....	28

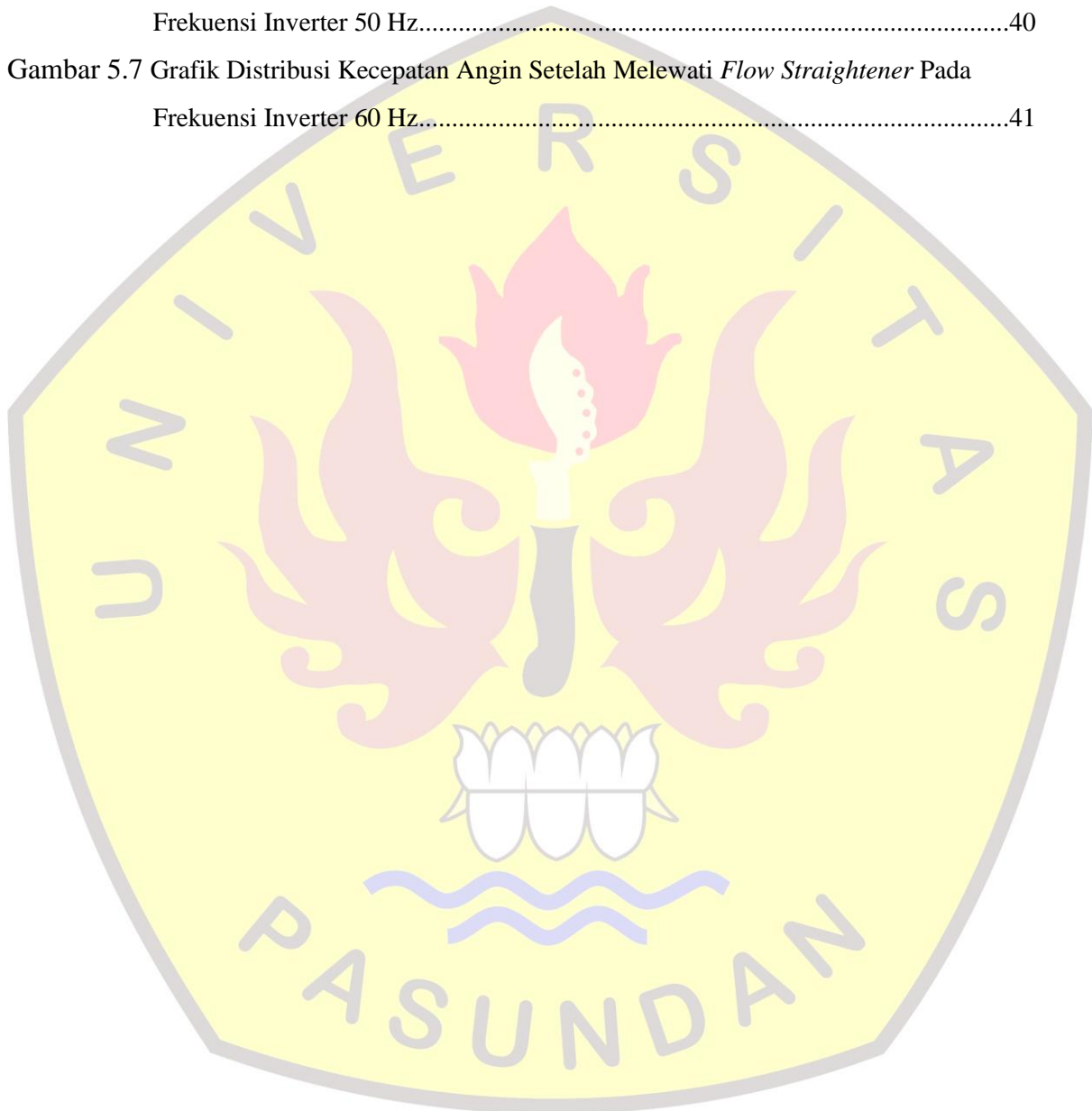
4.1 Sistem Pengujian.....	28
4.2 Alat Ukur.....	30
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
5.1 Persiapan Pengujian.....	31
5.2 Prosedur Pengujian.....	31
5.3 Data yang Diambil.....	32
5.4 Data Pengujian Sebelum Melewati <i>Flow Straightener</i>	32
5.5 Data Pengujian Setelah Melewati <i>Flow Straightener</i>	37
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
6.1 Kesimpulan.....	42
6.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Terowongan Angin	4
Gambar 2.2 Terowongan Angin Tipe Terbuka.....	5
Gambar 2.3 Terowongan Angin Tipe Tertutup	6
Gambar 2.4 <i>Fan</i>	8
Gambar 2.5 <i>Diffuser</i>	9
Gambar 2.6 <i>Test Section</i>	9
Gambar 2.7 <i>Contraction</i>	10
Gambar 2.8 <i>Settling Chamber</i>	11
Gambar 2.9 <i>Screen</i>	11
Gambar 2.10 <i>Honeycomb</i>	12
Gambar 2.11 Aliran Turbulen.....	13
Gambar 2.12 Aliran Laminer	14
Gambar 2.13 Aliran Internal Duktus Panjang.....	15
Gambar 2.14 Koefisien <i>Drag</i>	18
Gambar 2.15 Karakteristik Koefisien <i>Drag</i> fungsi <i>Re</i> Pada Beberapa Benda.....	20
Gambar 2.16 Aliran Melalui Silinder Sirkulasi	21
Gambar 2.17 Perbandingan Distribusi Tekanan Aliran Melintasi Silinder Pada Aliran Laminer dan Turbulen.....	21
Gambar 2.18 Koefisien <i>Drag (CD)</i> Aliran melintasi Silinder Dengan Variasi Bilangan Reynold.....	22
Gambar 2.19 Manometer U	23
Gambar 2.20 Pipa Pitot Statis	24
Gambar 2.21 Pengukuran Dengan Manometer U	25
Gambar 4.1 <i>Axial Fan</i> Merek CKE	28
Gambar 4.2 Terowongan Angin	29
Gambar 4.3 <i>Flow Straightener</i> Jenis <i>Vane Tube</i>	29
Gambar 4.4 <i>Pitot Tube Type L</i> dan <i>Anemometer</i>	30
Gambar 4.5 Spesifikasi <i>Extech HD-350</i>	30
Gambar 5.1 Setup Peralatan Pengujian.....	31
Gambar 5.2 Grafik Distribusi Kecepatan Angin Sebelum Melewati <i>Flow Straightener</i> Pada Frekuensi Inverter 40 Hz.....	34
Gambar 5.3 Grafik Distribusi Kecepatan Angin Sebelum Melewati <i>Flow Straightener</i> Pada	

Frekuensi Inverter 50 Hz.....	35
Gambar 5.4 Grafik Distribusi Kecepatan Angin Sebelum Melewati <i>Flow Straightener</i> Pada	
Frekuensi Inverter 60 Hz.....	36
Gambar 5.5 Grafik Distribusi Kecepatan Angin Setelah Melewati <i>Flow Straightener</i> Pada	
Frekuensi Inverter 40 Hz.....	39
Gambar 5.6 Grafik Distribusi Kecepatan Angin Setelah Melewati <i>Flow Straightener</i> Pada	
Frekuensi Inverter 50 Hz.....	40
Gambar 5.7 Grafik Distribusi Kecepatan Angin Setelah Melewati <i>Flow Straightener</i> Pada	
Frekuensi Inverter 60 Hz.....	41



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>United State Subsonic Wind Tunnel</i>	7
Tabel 5.1 Distribusi Kecepatan Angin Sebelum Melewati <i>Flow Straightener</i> Pada Putaran Axial Fan 1028 Rpm	32
Tabel 5.2 Standar Deviasi Untuk Kecepatan Axial Fan Pada Putaran 1028 Rpm Sebelum Melewati <i>Flow Straightener</i>	33
Tabel 5.3 Distribusi Kecepatan Angin Sebelum Melewati <i>Flow Straightener</i> Pada Putaran Axial Fan 1285 Rpm	33
Tabel 5.4 Standar Deviasi Untuk Kecepatan Axial Fan Pada Putaran 1285 Rpm Sebelum Melewati <i>Flow Straightener</i>	34
Tabel 5.5 Distribusi Kecepatan Angin Sebelum Melewati <i>Flow Straightener</i> Pada Putaran Axial Fan 1538 Rpm	35
Tabel 5.6 Standar Deviasi untuk Kecepatan Axial Fan Pada Putaran 1538 Rpm Sebelum Melewati <i>Flow Straightener</i>	35
Tabel 5.7 Distribusi Kecepatan Angin Setelah Melewati <i>Flow Straightener</i> Pada Putaran Axial Fan 1028 Rpm	39
Tabel 5.8 Standar Deviasi untuk Kecepatan Axial Fan Pada Putaran 1028 Rpm Setelah Melewati <i>Flow Straightener</i>	39
Tabel 5.9 Distribusi Kecepatan Angin Setelah Melewati <i>Flow Straightener</i> Pada Putaran Axial Fan 1285 Rpm	40
Tabel 5.10 Standar Deviasi untuk Kecepatan Axial Fan Pada Putaran 1285 Rpm Setelah Melewati <i>Flow Straightener</i>	41
Tabel 5.11 Distribusi Kecepatan Angin Setelah Melewati <i>Flow Straightener</i> Pada Putaran Axial Fan 1538 Rpm	41
Tabel 5.12 Standar Deviasi untuk Kecepatan Axial Fan Pada Putaran 1538 Rpm Setelah Melewati <i>Flow Straightener</i>	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Angin merupakan pergerakan udara secara alami yang mempunyai arah dan besar kecepatan. Menurut Hukum Buys Ballot, “udara bergerak dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah, di belahan bumi bagian utara berbelok ke arah kanan sedangkan di bumi bagian selatan berbelok ke arah kiri”, jika tidak ada gaya yang mempengaruhi maka angin akan bergerak secara langsung dari udara yang bertekanan tinggi ke udara yang bertekanan rendah.

Terowongan angin (*Wind Tunnel*) digunakan dalam berbagai macam bidang seperti fisika, aerodinamika, teknik, kehutanan dan pertanian. Melalui bidang-bidang tersebut, terowongan angin memegang peranan penting dalam kehidupan umat manusia. Contohnya: desain bodi mobil dan pesawat diuji dengan terowongan angin untuk mengamati hambatan-hambatan yang diterima oleh objek-objek tersebut karena aliran angin. Selain itu, terowongan angin juga mempunyai peranan yang sangat penting dalam bidang energi. Turbin angin sebagai salah satu sumber energi yang terbarukan harus melewati serangkaian pengujian dengan menggunakan terowongan angin, sehingga daya *output* dari turbin angin dapat diketahui. Sedangkan dalam skala kecil, terowongan angin sederhana dapat digunakan sebagai alat uji turbin sederhana dan alat bantu dalam mempelajari dinamika fluida. Sebuah terowongan angin sederhana diusahakan untuk menghasilkan aliran udara yang seragam salah satunya untuk menghindari kesalahan data yang besar. Sementara ini di laboratorium *Teknik Mesin Unpas* belum memiliki fasilitas pengujian distribusi aliran fluida pada terowongan angin. Penelitian ini difokuskan pada pengujian distribusi kecepatan angin pada penampang terowongan angin. Pengujian kecepatan angin dilakukan pada bagian sebelum melalui *flow straightener* dan setelah melalui *flow straightener* dengan menggunakan alat ukur *Pitot tube static*. Bagian *flow straightener* tipe *vane tube* ini berfungsi untuk menyeragamkan distribusi kecepatan aliran fluida dan berguna untuk meminimalisir besarnya turbulensi. Pada pengujian ini, pengukuran distribusi kecepatan angin dilakukan di beberapa titik pengukuran secara horizontal baik sebelum maupun sesudah melalui *flow straightener*. Pengujian distribusi kecepatan angin ini dilakukan dengan tiga perubahan putaran *Axial fan* yaitu 1028 rpm, 1285 rpm, dan 1538 rpm.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah Tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

a. Apakah dengan menggunakan *Flow Straightener* jenis *Vane tube* distribusi kecepatan angin lebih seragam?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Tugas akhir ini adalah melakukan pengujian dan analisis distribusi kecepatan angin sebelum dan sesudah melewati *flow straightener* jenis *vane tube*.

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan Tugas akhir ini lebih terarah, maka perlu dilakukan batasan masalah yaitu pengujian dan analisis distribusi kecepatan angin sebelum dan sesudah melewati *flow straightener* jenis *vane tube* dengan menggunakan alat ukur *Pitot Tube static*.

1.5 Manfaat

Manfaat pengujian dan analisis *flow straightener* menggunakan alat ukur *Pitot tube static* hasil tugas akhir ini, diharapkan dapat digunakan untuk penunjang kegiatan praktikum dan penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah memahami laporan ini, penulis membagi menjadi 5 bab yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Berisikan dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan Tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan metode-metode dan langkah-langkah dalam mengerjakan laporan Tugas akhir ini.

BAB IV PERENCANAAN SISTEM PENGUJIAN

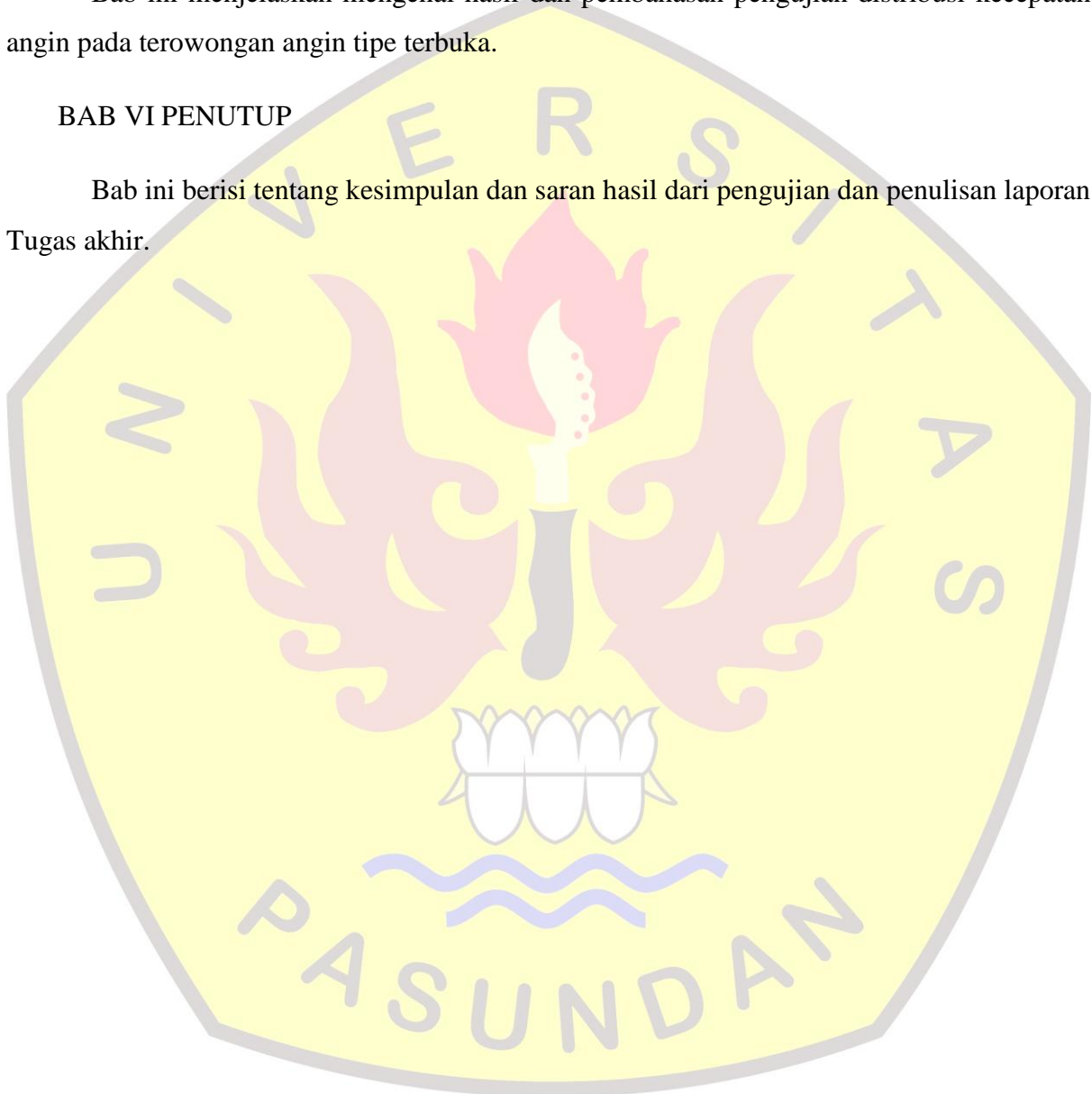
Bab ini menjelaskan mengenai perencanaan sistem pengujian untuk penelitian tugas akhir ini.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai hasil dan pembahasan pengujian distribusi kecepatan angin pada terowongan angin tipe terbuka.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran hasil dari pengujian dan penulisan laporan Tugas akhir.



DAFTAR PUSTAKA

1. Al-Shemmeri, T., *Engineering Fluid Mechanics*. Ventus Publishing Aps, 2012
2. Davenport, Alan G., *Wind Tunnel Testing: A General Outline*. Ontario. Canada. The University of Western Ontario, 2007
3. Miguel A., Gonzales, Hernandez. *Design Methodology for a Quick and Low-cost Wind tunnel*. London. United Kingdom. IntechOpen Limited, 2013
4. Pope, Alan., Rae, William H., Barlow Jewel, B., *Low-Speed Wind Tunnel Testing*. New York. USA. Jhon Willey & Sons, INC. 1999
5. White, Frank M., *Fluid Mechanics -Seventh Edition*. McGraw Hill.

